

(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 197 32 673 A 1

(51) Int. Cl.⁶:

C 08 J 11/08

C 08 L 25/06

C 08 L 33/08

C 08 L 33/10

C 08 L 33/12

(21) Aktenzeichen: 197 32 673.0

(22) Anmeldetag: 29. 7. 97

(43) Offenlegungstag: 4. 2. 99

(71) Anmelder:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung eV, 80636 München, DE

(72) Erfinder:

Luck, Thomas, Dr.-Ing., 80992 München, DE; Knauf, Udo, Dipl.-Ing., 80995 München, DE; Mäurer, Andreas, Dr., 85354 Freising, DE; Wäsche, Andreas, Dipl.-Ing., 85416 Langenbach, DE; Holley, Wolfgang, Dr.-Ing., 84079 Bruckberg, DE

(56) Entgegenhaltungen:

DE 44 38 447 A1
DE 40 33 604 A1
DE 40 22 011 A1
DE 40 09 496 A1
US 40 03 880

Patents Abstracts of Japan, C-584, April 12, 1989, Vol. 13/No. 151 (zu JP 63-3 09 537 A);
Patents Abstracts of Japan, Publ. Number 07173324 A;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zur Wiedergewinnung von löslichen Polymeren oder Polymerengemischen aus kunststoffhaltigen Materialien

(57) Beschrieben wird ein Aufbereitungsverfahren zur Wiedergewinnung von löslichen Polymeren oder Polymerengemischen aus kunststoffhaltigen Materialien.

Erfindungsgemäß wird zuerst das Zielpolymer oder -polymerengemisch durch ein Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch selektiv aus dem kunststoffhaltigen Material herausgelöst. Aus der resultierenden Lösung werden anschließend gegebenenfalls vorhandene unerwünschte Bestandteile entfernt: zuerst werden die gegebenenfalls vorhandenen im Lösungsmittel unlöslichen Bestandteile des kunststoffhaltigen Materials abgetrennt und dann werden die gegebenenfalls vorhandenen löslichen Bestandteile der Polymerlösung entfernt. Aus der nun resultierenden vorgereinigten Polymerlösung wird das Zielpolymer oder -polymerengemisch durch ein Fällungsmittel ggf. in Anwesenheit eines Gases oder Gasgemisches und ggf. unter turbulenter Vermischung selektiv gefällt, abgetrennt und anschließend getrocknet.

Das erfundungsgemäße Verfahren ist geeignet, Polymere oder Polymerengemische wiederzugewinnen, die keine unerwünschten Bestandteile, wie z. B. Fremdpolymeren, Additive, während der Gebrauchsphase immigrierte oder entstandene Stoffe, Schadstoffe etc. mehr enthalten. Ferner sind mit dem erfundungsgemäßen Verfahren Recyclate erhältlich, deren Eigenschaftsprofile sehr weitgehend denen nicht-additivierter Neuware entsprechen.

DE 197 32 673 A 1

DE 197 32 673 A 1

Beschreibung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein werkstoffliches Aufbereitungsverfahren zur Wiedergewinnung von löslichen Polymeren oder Polymerengemischen aus kunststoffhaltigen Materialien.

Kunststoffe und kunststoffhaltige Materialien werden in vielen Fällen zur Herstellung von kurzlebigen Wirtschaftsgütern eingesetzt und sie werden da mit zu einem gravierenden Abfallproblem. Die Entsorgung bzw. Verwertung kunststoffhaltiger Materialien ist daher insbesondere im Hinblick auf die Verpackungsverordnung (Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen, Bonn 1991) sowie das Kreislaufwirtschaftsgesetz (Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen vom 27.09.1994 (KrW-AbfG)) Gegenstand vielfältiger Bemühungen.

Besonders interessant sind in diesem Zusammenhang die werkstofflichen Recycling-Verfahren, die zur Herstellung neuer Rohstoffe aus den zu recycelnden Materialien führen. So werden beispielsweise sortenreine, saubere Kunststoffabfälle, wie sie oft in der kunststoffproduzierenden oder -verarbeitenden Industrie anfallen, fast vollständig in die Produktion zurückgeführt, indem sie umgeschmolzen und regranuliert werden (Regenerativerarbeitung). Dahingegen sind mit den bekannten Verwertungsverfahren aus gemischten und/oder verschmutzten Kunststoffabfällen, wie sie beispielsweise aus dem Elektronik- oder Automobilbereich nach Gebrauch im Gewerbe- oder Hausmüll anfallen, oftmals nur recycelte Rohstoffe zu erhalten, die neben den primären Rohstoffen unerwünschte Bestandteile aufweisen und deren Eigenschaften verglichen mit denen der Primärkunststoffe nicht identisch sind.

Bei den in die Kunststoffmatrix eingelagerten unerwünschten Bestandteilen kann es sich beispielsweise um Fremdpolymere, um bei der Verarbeitung zu gesetzte Additive, um während der Gebrauchs- oder Erfassungsphase immigrierte oder entstandene Stoffe oder um Schadstoffe z. B. heute zu vermeidende Additivierung mit Cd-Pigmenten, polybromierten Diphenylen, Blei- und Zinnstabilisatoren etc. handeln. Die unerwünschten Bestandteile lassen sich bezüglich ihres störenden Einflusses auf die Verarbeitung, auf die Recyclateigenschaften (insbesondere bezüglich der Rheologie), auf die optischen Eigenschaften oder bezüglich ihrer Toxikologie unterscheiden. Für die Verarbeitung des recycelten Polymers sowie für seine Eigenschaften sind beispielsweise Melt-Flow-Index (MFI), Schmelztemperatur und Vernetzungsgrad verantwortlich; diese können durch unerwünschte Bestandteile negativ beeinflußt werden. Beispiele für störende toxikologische Bestandteile sind polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polyhalogenierte Aromaten, Schwermetalle etc. Störende optische Eigenschaften werden durch zu gesetzte Farbstoffe oder Oxidationserscheinungen des zu recycelnden kunststoffhaltigen Materials verursacht.

Eine Möglichkeit zur Wiedergewinnung von sortenreinen Kunststoffen beschreibt die DE 40 09 496 A1. Hier werden die sortenunreinen, kunststoffhaltigen Abfälle gelöst und die resultierende Lösung wird mit einem die Löslichkeit reduzierenden Fällungsmittel versetzt. Die DE 44 44 247 A1 beschreibt ein Verfahren zur Recyclisierung von Polyarylsulfid (PAS), bei dem das PAS-haltige Material mit einem Lösungsmittel behandelt und anschließend das Polymer in einem flüssigen Medium ausgefällt wird, indem man die Polymerlösung in das Fällungsmittel eintropft. Beide Verfahren haben den Nachteil, daß die ausgefällten Polymerpartikel unerwünschte Einschlüsse aufweisen. Durch Fällungsmittelüberschuß an der Tropfenoberfläche kommt es zur Krustenbildung und damit zum unerwünschten Einschluß von Lösungsmolekülen sowie von ebenfalls gelösten niedrigmolekularen Oligomeren und anderen, gelösten sowie fein dispergierten Verunreinigungen. Auch werden bei beiden Verfahren bevorzugt halogenhaltige Lösungsmittel eingesetzt, die toxikologisch nicht unbedenklich sind.

Aus der DE 40 22 011 C2 ist ein Verfahren bekannt, bei dem polycarbonathaltige Abfälle in den für Polycarbonate üblichen Lösungsmitteln aufgeschlämmt und über eine spezielle Druckknutsche abfiltriert werden. Anschließend wird die Polymerlösung wie bei der Primärsynthese des Polycarbonats durch Abdampfen des Lösungsmittels weiterverarbeitet. Bei diesem Verfahren sind die nach dem Reinigungsschritt noch vorhandenen unerwünschten, aber löslichen Bestandteile auch im recycelten Polymer enthalten, da nur das Lösungsmittel abgedampft wird.

Die DE 40 09 308 A1 beschreibt ein Verfahren, bei dem nach dem Reinigen der Polymerlösung mit Aktivkohle das Lösungsmittel abdestilliert wird.

Bei dem Verfahren zur Wiedergewinnung von löslichen Kunststoffen nach der DE 40 33 604 C2 wird das zu recycelnde Polymer durch schlagartiges Verdampfen des Lösungsmittels freigesetzt, indem die benötigte Verdampfungsentnergie durch das heiße Fällungsmittel eingebracht wird.

Die US 5.278.282 beschreibt ein Verfahren zur Trennung von Polymeren aus einem Polymerengemisch durch fraktioniertes Lösen bei steigenden Temperaturen und anschließendes Isolieren des gewünschten Polymeren beispielsweise durch flash-Verdampfung.

Die zuletzt beschriebenen Verfahren, bei denen die Lösungsmittel bei erhöhten Temperaturen entfernt werden, zeigen einige Nachteile. Einerseits weisen die Zielpolymeren nach dem Abdampfen der Lösungsmittel durch die noch vorhandenen unerwünschten Bestandteile der Polymerlösung Verunreinigungen bzw. Einschlüsse auf. Des Weiteren treten durch die erhöhten Temperaturen bei der Lösungsmittelentfernung beachtliche Energiekosten und bedingt durch die Gefahr erhöhter Emissionen ein höherer apparatechnischer (Investitions-) Aufwand sowie erhöhte oxidative Vernetzungen der recycelten Polymere auf.

Ein anderes Verfahren zur Wiederaufarbeitung von bevorzugt Polyolefinen wird von M. Lüling in Kunststoffe 85 (1995) S. 230 beschrieben. Hier werden die zu recycelnden Kunststoffe zerkleinert und die störenden Bestandteile extrahiert. Nachteile dieses Verfahrens sind, daß unlösliche Verschmutzungen gar nicht und von den im Extraktionsmittel löslichen unerwünschten Bestandteilen nur die äußerlich am Polymer anhaftenden wirksam abgereichert werden können. Auch stellen die häufig eingesetzten aromatischen Lösungsmittel ein ökotoxikologisches Gefährdungspotential dar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Wiedergewinnung von Polymeren oder Polymerengemischen aus kunststoffhaltigen Materialien bereitzustellen, das die Nachteile des Standes der Technik nicht aufweist.

Dementsprechend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die störenden Einflüsse von in die Kunststoffmatrix ein- oder angelagerten Bestandteilen auf Verarbeitung und/oder thermische und me-

chanische Recyclateigenschaften und/oder optische Eigenschaften des Zielpolymers oder -polymerengemischs beseitigt und/oder störende toxikologisch relevante Bestandteile, wie z. B. polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polyhalogenierte Aromaten, Schwermetalle etc., entfernt werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es des weiteren, aus verschiedenartigsten kunststoffhaltigen Materialien ein Zielpolymer oder -polymerengemisch unter Entfernung aller unerwünschten Bestandteile, wie beispielsweise Fremdpolymer, bei der Verarbeitung zu gesetzte Additive, während der Herstellung, Verarbeitung, Gebrauchs- und/oder Erfassungsphase immigrierte oder entstandene Stoffe, Schadstoffe etc. wiederzugewinnen.

Dabei soll das Recyclat verglichen mit Neuware originäre Eigenschaften, wie z. B. gleiche thermische und mechanische Kennwerte, besitzen, und umweltverträglich sein. Zusätzlich soll das recycelte Polymer oder Polymerengemisch compoundierbar also auf konventionellen Kunststoffverarbeitungsmaschinen verarbeitbar sein.

Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zu entwickeln, daß energiearm und kostengünstig durchführbar ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren, bei dem zuerst das Zielpolymer oder -polymerengemisch durch ein Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch selektiv aus dem kunststoffhaltigen Material herausgelöst wird. Aus der resultierenden Lösung werden anschließend gegebenenfalls vorhandene unerwünschte Bestandteile entfernt: zuerst werden die gegebenenfalls vorhandenen im Lösungsmittel unlöslichen Bestandteile des kunststoffhaltigen Materials abgetrennt und dann werden die gegebenenfalls vorhandenen löslichen Bestandteile der Polymerlösung nach üblichen, dem Fachmann geläufigen Reinigungsschritten entfernt. Aus der nun resultierenden vorgereinigten Polymerlösung wird das Zielpolymer oder -polymerengemisch durch ein Fällungsmittel selektiv gefällt und anschließend getrocknet.

Geeignete selektive Lösungsmittel zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens lösen bevorzugt das Zielpolymer oder -polymerengemisch ohne Veränderung der chemischen Bindungen und nicht die unerwünschten Bestandteile. Geeignete selektive Fällungsmittel setzen die Löslichkeit des Zielpolymers oder -polymerengemischs herab und sind mit dem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch mischbar. Der Fachmann auf dem Gebiet der Polymere ist aufgrund seiner Fachwissens in der Lage, für jedes Zielpolymer oder -polymerengemisch eine spezifische, optimal geeignete Kombination von Lösungsmittel und Fällungsmittel zu verwenden (z. B. Kunststoff Handbuch, Bd. 1: Die Kunststoffe; hrsg. von G.W. Becker u. D. Braun; München, Wien, Hanser, 1990, S. 842 ff.).

Vorteil des erfundungsgemäßen Verfahrens ist die Gewinnung von Polymeren oder Polymergemischen, die keine unerwünschten Bestandteile, wie z. B. Fremdpolymer, Additive, während der Gebrauchsphase immigrierte oder entstandene Stoffe, Schadstoffe etc. mehr enthalten.

Ein weiterer Vorteil des erfundungsgemäßen Verfahrens ist, daß es lösungsmittelbasiert abläuft, d. h. Zielpolymer oder -polymerengemisch liegen in Form von einzelnen, in Lösung befindlichen Makromolekülen vor. Dadurch können sowohl äußerlich anhaftende wie auch – im Gegensatz zu Umschmelzverfahren – in der Kunststoffmatrix eingelagerte unerwünschte Bestandteile vom Zielpolymer oder -polymerengemisch abgetrennt werden, wodurch nach der erfundungsgemäßen Kombination der Verfahrensschritte eine sehr hohe Reinigungswirkung erzielt wird, die deutlich größer als die der bekannten Verfahren ist. Mit dem erfundungsgemäßen Verfahren sind also Recyclate erhältlich, deren Eigenschaftsprofile sehr weitgehend denen nichtadditivierter Neuware entsprechen.

Im ersten Schritt des erfundungsgemäßen Verfahrens wird das zu recycelnde Polymer oder Polymerengemisch aus dem kunststoffhaltigen Material selektiv herausgelöst. Die Bedingungen hierfür, wie z. B. geeignetes Lösungsmittel oder -gemisch, geeigneter pH-Wert, geeignete Temperatur, geeignete Polarität, geeigneter Druck, etc., sind von den Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfalles abhängig, d. h. von der Art der zu lösenden Polymere oder des Polymerengemischs und können vom Polymerfachmann aufgrund seiner Kenntnisse z. B. mit Hilfe einschlägiger Tabellenwerke leicht ermittelt werden (z. B.: A. Krause, A. Lange, Kunststoff-Bestimmungsmöglichkeiten, 3. Aufl., München, Hanser, 1979; D.O. Hummel, F.K. Scholl, Atlas der Polymer- und Kunststoffanalyse, Bd. 1: Polymere, Struktur und Spektrum, Bd. 2a und b: Kunststoffe, Fasern, Kautschuk, Harze – Spektren I und II, Bd. 3: Zusatzstoffe und Verarbeitungsmittel, 2. Aufl., München, Weinheim, Hanser, Verlag Chemie, 1978–1988; H. Dexheimer, O. Fuchs in K.A. Wolf, Struktur und physikalisches Verhalten der Kunststoffe, Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer, 1962). Vorher können die kunststoffhaltigen Materialien gegebenenfalls zerkleinert und eventuell vorhandene Grobteile beispielsweise durch Windsichten aussortiert werden.

Kunststoffhaltige Materialien in Sinne der Erfindung sind Materialien, die lösliche Polymere oder Polymerengemische enthalten. Bevorzugt ist die Wiedergewinnung von Thermoplasten wie z. B. von Polystyrolen einschließlich seiner Copolymere, von Polyacrylaten und -methacrylaten, Polyvinylchloriden, Polycarbonaten etc.

Geeignete Lösungsmittel zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens sind solche Lösungsmittel, die bevorzugt das Zielpolymer oder -polymerengemisch ohne Veränderung der chemischen Bindungen und nicht die unerwünschten Bestandteile lösen. Bevorzugt sind organische, nicht-aromatische Lösungsmittel, die im Gegensatz zu den nach dem Stand der Technik eingesetzten aromatischen Lösungsmitteln neben toxikologischen auch verfahrenstechnische Vorteile bieten. Im allgemeinen sind nicht-aromatische organische Lösungsmittel verglichen mit aromatischen Lösungsmitteln weniger toxisch und daher liegt eine niedrigere Wassergefährdungsklasse vor. Hierdurch sind nach der TA-Luft geringere Investitionskosten für Abwasser- und Abluftreinigung erforderlich, weil die höheren Grenzwerte mit weniger verfahrenstechnischem Aufwand sicher zu realisieren sind und damit die Genehmigung nach BImSchG leichter zu erhalten ist. Ein weiterer verfahrenstechnischer Vorteil ist die bessere Mischarkeit des Lösungsmittels mit dem bevorzugten Fällungsmittel (Wasser oder wasserhaltige Lösungen) und dadurch bedingt eine vollständigere Fällung des Polymers oder Polymerengemischs ohne Einschlüsse und mit guter Möglichkeit das gefällte Produkt und Prozeßrückstände nachzuwaschen und damit das Lösungsmittel einfach zu entfernen.

Besonders bevorzugte Lösungsmittel um z. B. Polystyrole (PS), modifizierte Polystyrole oder Styrolcopolymeren, insbesondere Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymeren (ABS), sowie Polyacrylate, Polymethacrylate (PMA) oder Polymethylmethacrylate (PMMA) oder Polycarbonate (PC) zu lösen, sind halogenfreie polare Lösungsmittel, deren Toxizität verglichen mit derjenigen der nach dem Stand der Technik verwendeten halogenhaltigen Lösungsmittel deutlich geringer ist.

Geeignete halogenfreie Lösungsmittel sind beispielsweise Ketone, Ether oder Ester, wobei Aceton und/oder Butanon und/oder Tetrahydrofuran und/oder Essigsäureethylester bevorzugt werden.

Ohne Einschränkung der Allgemeinheit lassen sich Polyvinylchloride (PVC) beispielsweise in Tetrahydrofuran und/oder in cyclischen Ketonen, insbesondere in Cyclopentanon oder Cyclohexanon, geeignet lösen.

5 In post-consumer-Abfällen von Kunststoffhaltigen Materialien liegen immer Verunreinigungen bzw. unerwünschte Bestandteile vor, d. h. in diesem Fall müssen immer Reinigungsschritte durchgeführt werden. Für sortenreine Produktionsabfälle, die keine Verbundwerkstoffe sind, ist ein Umschmelzverfahren billiger.

Von der nach der selektiven Extraktion resultierenden Lösung werden alle gegebenenfalls vorhandenen unlöslichen Bestandteile, beispielsweise Fremdpolymeren, durch übliche fest-flüssig-Trennungsverfahren abgetrennt. Bevorzugte

10 Trennverfahren sind Filtern, Zentrifugieren, Dekantieren, Sedimentieren oder Sieben.

Die resultierende vorgereinigte Lösung des Zielpolymeren wird gegebenenfalls einem oder mehreren Reinigungsverfahren unterzogen, um gegebenenfalls vorhandene unerwünschte lösliche Bestandteile zu entfernen. Die Reinigung der Polymerlösung erfolgt nach üblichen Methoden z. B. durch Adsorptions- und Desorptionsverfahren, bevorzugt durch Chromatographie und/oder Festphasenextraktion und/oder flüssigflüssig-Extraktion.

15 Zur Reinigung der Polymerlösung mittels Chromatographie wird bevorzugt die Gelpermeationschromatographie (GPC) verwendet. Die Festphasenextraktion der unerwünschten Bestandteile erfolgt bevorzugt mit Kohlenstoff. Beide Reinigungsverfahren sind besonders zur Entfernung bromierter Schadstoffe geeignet, wie z. B. von polybromierten Dibenzodioxinen (PBDD) oder Dibenzofuranen (PBDF), die bei der Verarbeitung beispielsweise bei der Extrusion sehr leicht aus den als Flammenschutzmittel zugesetzten polybromierten Kohlenwasserstoffen, wie z. B. polybromierten Diphenylethern (PBDE) oder Tetrabrombisphenol-A (TBBA) entstehen. Dabei wird beim Entfernen der bromierten Schadstoffe das selektive Adsorptionsverhalten des modifizierten Graphits für planare Ringsysteme, wie Dioxine und Furane genutzt.

Der große Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß auch aus mit löslichen und/oder unlöslichen Bestandteilen verunreinigten Polymerlösungen Polymere oder Polymerengemische wiedergewonnen werden können, deren Eigenschaftsprofile denjenigen von nicht-additivierter Neuware entsprechen.

Nach der Reinigung wird das Zielpolymer oder -polymerengemisch aus der resultierenden Polymerlösung mit Hilfe eines Fällungsmittels oder Fällungsmittelgemisches, das die Löslichkeit des Zielpolymeren oder -polymerengemisches herabsetzt und das mit dem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch mischbar ist, selektiv gefällt. Diese Vorgehensweise erhöht verglichen mit dem Entfernen des Lösungsmittels oder Lösungsmittelgemisches nach dem Stand der Technik die 30 Reinigungswirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens und damit die Recyclat-Eigenschaften erheblich: Die nach dem Reinigen noch in Lösung verbliebenen unerwünschten Bestandteile bleiben im Fall des erfindungsgemäßen Verfahrens weiterhin in Lösung und verunreinigen somit nicht das Recyclat.

Der Fachmann auf dem Gebiet der Polymere ist aufgrund seiner Fachwissens in der Lage, für jedes Zielpolymer oder -polymerengemisch eine spezifische, optimal geeignete Kombination von Lösungsmittel und Fällungsmittel zu verwenden. Geeignete selektive Fällungsmittel setzen die Löslichkeit des Zielpolymeren oder -polymerengemisches herab und sind mit dem Lösungsmittel oder Lösungsmittelgemisch mischbar. Sie können vom Polymerfachmann aufgrund seiner Kenntnisse leicht ermittelt werden.

Geeignete selektive Fällungsmittel für das Zielpolymer oder -polymerengemisch sind z. B. Wasser oder wasserhaltige Lösungen.

40 Protonbare Polymere wie z. B. Polyacrylate, PMA und Copolymere, werden besonders bevorzugt in alkalischen Medien (pH 10–13) gelöst und in sauren wieder ausgefällt (pH 2–6).

Polycarbonate werden bevorzugt in nicht-polaren Lösungsmitteln oder mit kaltem (zur Minimierung der Esterhydrolyse) Wasser wieder ausgefällt. Geeignete unpolare Fällungsmittel sind niedermolekularen n- und/oder iso-Alkane mit 4–10 C-Atomen (Benzine).

45 Bei der Wiedergewinnung von Polystyrolen und seinen Copolymeren wurde überraschenderweise gefunden, daß bei Verwendung von Aceton als Lösungsmittel und Wasser als Fällungsmittel bereits geringe Wassermengen ausreichen, um ausgefällte Polymerpartikel zu erhalten, deren Oberflächen nicht klebrig sind und die sich daher leicht aus der resultierenden Fällungssuspension abtrennen lassen. Bedingt durch den hohen Lösungsmittelanteil im Lösungs-/Fällungsmittelgemisch können erhebliche Energiekosten bei der Rektifikation des Lösungs-/Fällungsmittelgemisches eingespart werden.

50 Das Fällaggregat ist der Reaktionsraum, in dem das Zielpolymer oder -polymerengemisch ausfällt. Die selektive Fällung des Zielpolymeren oder -polymerengemisches erfolgt vorzugsweise bei niedrigen Temperaturen, die in Abhängigkeit von dem im Fällaggregat herrschenden Druck unterhalb der Siedepunkte von Lösungsmittel und Fällungsmittel liegen.

Unter diesen Verfahrensbedingungen sind also Lösungs- und Fällungsmittel flüssig. Besonders bevorzugt erfolgt die Fällung bei Raumtemperatur. Durch die niedrigen Temperaturen wird ein schlagartiges Verdampfen des Lösungsmittels und damit eine erneute An- bzw. Einlagerung noch vorhandener unerwünschter löslicher Bestandteile in die gefällte Polymermatrix verhindert. Weitere Vorteile der niedrigen Fälltemperatur sind die Einsparung von Energiekosten sowie die Verringerung der oxidativen Vernetzungen des Zielpolymeren oder -polymerengemisches.

55 Bei der selektiven Fällung des Zielpolymeren oder -polymerengemisches werden die Polymerlösung und das Fällungsmittel sowie gegebenenfalls vorhandenes Gas oder Gasgemisch in das Fällaggregat eingebracht. Hierfür sind alternativ drei Verfahrensvarianten möglich. Bei der ersten Variante befindet sich das Fällungsmittel im Fällaggregat und die Polymerlösung wird in das Fällungsmittel eingebracht. In der zweiten Ausführungsform ist das Fällaggregat mit Gas oder einem Gasgemisch gefüllt und die Polymerlösung und das Fällungsmittel werden in diesen Reaktionsraum eingebracht. Bei der dritten Variante werden die Polymerlösung und das Fällungsmittel und das Gas oder Gasgemisch in das Fällaggregat eingebracht.

60 Vorzugsweise erfolgt das Einbringen der Polymerlösung und/oder des Fällungsmittels sowie gegebenenfalls vorhandenen Gases oder Gasgemischs unter turbulenter Vermischung. Vorteilhafterweise kommt es hierbei zu einer besseren Vereinzelung und Verteilung der Tropfen und dadurch zu einer besseren Vermischung. Insbesondere in Gegenwart eines

Gases oder Gasgemischs ist die turbulente Vermischung sehr gut. Erfindungsgemäß wird durch die gute turbulente Vermischung der Gehalt an Lösungsmitteleinschlüssen im gefällten Zielpolymer oder -polymerengemisch minimiert und eine optimale Partikelgröße (0,1–5 mm) für die anschließende festflüssig-Trennung der Polymersuspension erhalten. Durch werden der nachfolgende Entfeuchtungsaufwand begrenzt sowie die Kosten reduziert und die verfahrenstechnische Handhabbarkeit des Recyclats gewährleistet. Daneben trägt diese Art der Fällung dazu bei, Oxidationen des Zielpolymers oder -polymerengemisches zu verhindern.

Das für die selektive Fällung des Zielpolymers oder -polymerengemisches notwendige Einbringen der Polymerlösung und gegebenenfalls des Fällungsmittels und gegebenenfalls des Gases oder Gasgemischs in das Fällaggregat geschieht unter Verwendung einer oder mehrerer Düsen. Bevorzugt wird anstelle mehrerer Düsen eine Mehrstoffdüse verwendet, da sie besser dazu geeignet ist, die Polymerlösung mit dem Fällungsmittel und gegebenenfalls mit dem Gas oder Gasgemisch effizient turbulent zu vermischen. Bevorzugt wird als Gas oder Gasgemisch ein Inertgas oder Luft verwendet. Als Inertgas kann hierbei beispielsweise Stickstoff oder ein Edelgas eingesetzt werden. Um gewünschte pH-Änderungen für den Ausfällvorgang leicht durchzuführen, werden als Gas bevorzugt CO₂ oder NH₃ (bei im sauren Milieu löslichen Polymeren) gegebenenfalls in Verbindung mit einem Inertgas verwendet.

Abschließend wird das aus der Polymersuspension bevorzugt durch Filtration abgetrennte Zielpolymer oder -polymerengemisch gegebenenfalls getrocknet und kann als Recyclat mit annähernd originären Eigenschaften wieder neu verarbeitet also extrudiert bzw. compoundiert werden.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Partikel des Zielpolymers oder -polymerengemisches nur minimierte Anteile an unerwünschten Bestandteilen und Lösungsmitteln aufweisen. Recyclateigenschaften und optische Eigenschaften weisen überraschenderweise keinen störenden Einfluß von in die Kunststoffmatrix eingelagerten Bestandteilen, wie z. B. Fremdpolymeren, bei der Verarbeitung zugesetzten Additiven, während der Gebrauchs- oder Erfassungsphase immigrierten oder entstandenen Stoffen, Schadstoffen etc., auf. Auch die für die Verarbeitung wichtigen Eigenschaften, wie z. B. MFI, Schnellzeittemperatur und Vernetzungsgrad, zeigen verglichen mit den primären Rohstoffen annähernd gleiche Kennwerte. Störende toxikologische Bestandteile, wie z. B. polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polyhalogenierte Aromaten, Schwermetalle etc., können mit dem erfindungsgemäßen Verfahren überraschenderweise fast vollständig entfernt werden.

Nach dem Stand der Technik zeigen die bei der Fällung entstehenden Polymerpartikel an deren Oberfläche meist eine Krustenbildung, die weiteren diffusen Transport von eingeschlossenen Lösungsmittelmolekülen behindert. Überraschenderweise wurde gefunden, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die hergestellten Partikel des Zielpolymers oder -polymerengemisches keine Krusten an der Oberfläche der bei der Fällung entstehenden Polymerpartikel bilden und somit der weitere diffuse Transport von Lösungsmittelmolekülen ermöglicht wird.

Des weiteren wurde überraschenderweise festgestellt, daß das selektiv gefällte Zielpolymer oder -polymerengemisch in für die fest-flüssig-Trennung optimaler Partikelgröße vorliegt und keine oxidativen Vernetzungen aufweist.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß durch der erfindungsgemäßen Kombination der Verfahrensschritte eine sehr hohe Reinigungswirkung erzielt wird, die deutlich größer als die der nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind also Recyclate erhältlich, deren Eigenschaftsprofile, wie z. B. die thermischen und mechanischen Kennwerte, sehr weitgehend denen nicht-additivierter Neuware entsprechen und die daher compoundierbar sind.

Auch ist das Verfahren verglichen mit dem Stand der Technik energiearm und kostengünstig durchzuführen.

Ohne Einschränkung der Allgemeinheit wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Beispiel 1

Zum Lösen des Polymers wird ein zylindrisches 4-Hals-Glasgefäß mit einem Nutzvolumen von 3,01 verwendet. Über den 4-Hals-Deckel sind über Schliffhälse ein Thermometer, ein Rückflußkühler und ein Rührverschluß mit einer von oben eingeführten Rührwelle (d=10 mm) angeschlossen. Als Rührer wird ein 4-Blatt-Rührer (D=60 mm) eingesetzt. Die vierte Öffnung dient der Material- bzw. Lösungsmittelzugabe und/oder der Probennahme. Mittels eines temperierten Wasserbad wird der Inhalt des Glasgefäßes bei 40°C gehalten. Durch den Rückflußkühler werden Lösungsmittelverluste minimiert. Bei etwa 300 U/min und 40°C wird innerhalb von 40 min eine ca. 30%ige ABS-Lösung in Aceton hergestellt (720g ABS in 1,68kg Aceton). Da in diesem Versuch Neuware bzw. unverschmutztes Material eingesetzt wurde, fand eine Reinigung nicht statt.

Die Fällung des Polymers erfolgt durch Reduzierung der Löslichkeit von ABS in Aceton durch Zugabe von soviel Wasser, daß der Wassergehalt bezogen auf das in der Lösung vorhandene Aceton größer als ca. 10% ist. In der Regel wird zur Fällung Wasser bei Raumtemperatur eingesetzt, um ein schlagartiges Verdampfen des Acetons (Siedetemperatur 56°C) zu verhindern. Ein Verdampfen des Acetons hätte ein Verbleiben von Verunreinigungen im resultierenden ausgefällten Polymer zur Folge. Die in Aceton löslichen Verunreinigungen sollen jedoch weiterhin gelöst bleiben und mit der flüssigen Phase (Aceton-Wasser-Gemisch) aus dem gefällten Polymer entfernt werden.

Mittels einer Zweistoffdüse (Treibmedium: Druckluft, 8 bar; "Lackierpistole") wird die 30%ige Polymerlösung auf einen Wasserrieselfilm (ca. 10 l/min) aufgesprührt (ca. 0,2 l/min). Die entstehenden Polymerpartikel besitzen eine körnige Konsistenz und schwimmen auf der Wasseroberfläche des Vorlagengefäßes, das unterhalb des Rieselfilms angebracht ist. Von der resultierenden Suspension wird das ausgefallene ABS durch ein feinmaschiges Drahtgewebe (0,1 mm) von der flüssigen Phase (Wasser-Aceton-Gemisch) abgetrennt. Das Verhältnis von Fällungslösung zu Polymerlösung ist etwa 50 : 1 und der Durchsatz etwa 60g ABS/min bezogen auf festes, trockenes ABS.

Das nach der Fällung resultierende Polymer oder Polymerengemisch wird mittels einer Korbspindelpresse (D = 130 mm, H = 150 mm) auf ca. 35% Trockensubstanz (TS) entwässert. Die entwässerten Kunststoffflocken werden zunächst an der Luft bei ca. 25°C und ab ca. 90% TS im Trockenschrank bei 70°C getrocknet. Zum erneuten Compoundieren müssen die Flocken in einer Schneidmühle (Rotoplex 28/28, Fa. Alpine, Augsburg) gemahlen und im doppelwandigen

DE 197 32 673 A 1

gen Pflugsharmischer (Fa. Lödige) zu Partikeln festerer Konsistenz agglomeriert werden, da ansonsten das Material schlecht rieselfähig und so eine Befüllung des Extruders über die Zuführschnecken nicht möglich ist.

Der MFI des recycelten ABS beträgt 36g/10min (vgl. MFI des Ausgangsmaterials: 37g/10min).

5

Beispiel 2

Eine analog Beispiel 1 hergestellte und gereinigte 30%ige ABS-Lösung in Aceton (ca. 20°C) wird zur Fällung des Polymers ca. 20 cm unterhalb der Wasseroberfläche mittels einer Zweistoffdüse (Treibmedium: Druckluft, 8 bar; "Lackierpistole") in ein mit Wasser (ca. 20°C) gefülltes Vorlagegefäß (ca. 200 l Inhalt) eingesprührt. Es werden ca. 5 l Polymerlösung in ca. 10 min versprührt, wobei weder Ablagerungen noch eine Verstopfung in der Zweistoffdüse festgestellt werden. Der Acetongehalt der resultierenden Suspension kann bis zu 50% betragen, ohne daß die Qualität des ausgefällten Produktes oder der Ausfällvorgang selbst verschlechtert werden. Das ausgefällte ABS fällt in Form von faserigen Flocken (ca. 1–3 cm lang) an, die auf der Wasseroberfläche schwimmen und mittels eines feinmaschigen Drahtgewehes (170 µm) problemlos von der flüssigen Phase (Wasser-Aceton-Gemisch) abgetrennt werden können. Das Verhältnis von Fällungslösung zu Polymerlösung ist 40 : 1 und der Durchsatz etwa 150g ABS/min. Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt wieder analog zu Beispiel 1. Durch das Abpressen mit der Korbspindelpresse können TS-Werte von ca. 30% erreicht werden.

In den resultierenden Polymerflocken wird ein Acetongehalt von 0,04% bei Fällung aus 50%iger Acetonlösung und von 2 ppm bei Fällung aus 1,7%iger Acetonlösung nachgewiesen. Mittels IR-Spektroskopie wird kein Unterschied zwischen Neuware und Recyclat festgestellt. Der MFI (220°C/10kg) der recycelten ABS-Flocken und des aus den Flocken hergestellten Granulats liegt bei 36g/10min (vgl. MFI der Neuware: 37g/10min).

Beispiel 3

25 Eine analog Beispiel 1 hergestellte und gereinigte 30%ige ABS-Lösung in Aceton wird durch den Seitenanschluß (Saugeingang) einer mit Leitungswasser betriebenen Wasserstrahlpumpe (3,3 l/min) als apparatetechnische Ausführung eines statischen Mischers angesaugt (ca. 1,2 l/min) und gelangt im gefällten Zustand aus der Wasserstrahlpumpe in ein Vorlagegefäß. Das ausgefällte ABS fällt dabei in Form einer "Wurst" an, die kontinuierlich aus der Wasserstrahlpumpe austritt. Die Abtrennung von der flüssigen Phase (Wasser-Aceton-Gemisch) ist daher sehr einfach und nahezu verlustfrei.
30 Das Verhältnis von Fällungslösung zu Polymerlösung ist 3 : 1 (wegen Feuchtigkeitsaustrag mit dem Produkt sind minimal 1,7 : 1 möglich) und der Durchsatz etwa 400 g ABS /min. Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt wieder analog zu Beispiel 1. Durch das Abpressen mit der Korbspindelpresse können TS-Werte von ca. 35% erreicht werden.
Der MFI des recycelten ABS beträgt 36g/10min (vgl. MFI des Ausgangsmaterials: 37g/10min).

35

Beispiel 4

Analog Beispiel 1 wird bei 25°C innerhalb von 60 min eine Lösung von 5,3 kg postconsumer-ABS (nach Gebrauch geschredderte Haushaltsklein- und Informationstechnologiegeräte) in 12,4kg Aceton hergestellt (25% TS-Gehalt). Der unlösliche Rückstand wird mittels Filtration durch ein 1 mm Grobsieb abgetrennt. Die resultierende grauschwarze Suspension wird mittels eines 0,1 mm Feinsiebes und/oder alternativ mittels einer Zentrifuge (5 min, 10000 × g) oder eines Dekanters gereinigt. Der abgetrennte Schlamm (150 g) enthält fein dispergierte Fremdpolymeren sowie Lackschichtbestandteile (die Lackschicht der post-consumer-ABS-Abfälle zerbröselt beim Auflösen in ca. 0,5 mm große Bestandteile, die sich sedimentieren lassen). Eine Feinreinigung der überstehenden (vorgereinigten) Polymerlösung erfolgt durch 40 µm Filterkerzen. Die Fällung des Polymers erfolgt analog Beispiel 1 mittels eines Wasserrieselfilms (für 20 l Polymerlösung werden 20 l Wasser als Fällungsmittel im Kreislauf geführt). Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt ebenfalls analog zu Beispiel 1.

Alternative Fällung des Polymers analog zu Beispiel 2 oder 3 führt zu einem recycelten Produkt mit gleichen Eigenschaften.

Mittels IR-Spektroskopie wird kein Unterschied zwischen Neuware und Recyclat festgestellt. Fig. 1 zeigt die IR-Spektren von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren recyceltem post-consumer-ABS (oben) und neuwertigem ABS (Novodur P2H-AT®, unten).

Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Vergleich der Zugprüfungen an Knochen (Einspannlänge 80 mm, Geschwindigkeit 88 mm/min) von Novodur P2H-AT® (ABS-Neuware von Bayer), von nach dem Stand der Technik wiedergewonnenem postconsumer-ABS (nach Gebrauch geschredderte Haushaltsklein- und Informationstechnologiegeräte; konventionell mechanisch nach dem Schwimm-Sink-Verfahren aufbereitet) und von nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wiedergewonnenem post-consumer-ABS:

60

65

	Novodur P2H-AT®	mechanisch recyclisiert	erfindungsgemäß recyclisiert	
E-Modul [MPa]	1658	2293	1228	5
max. Kraft [kN]	1432	1548	1618	
Dehnung an der Streckgrenze[%]	3,2	3,0	3,0	10
Streckspannung [MPa]	35,78	38,71	40,48	
Bruchdehnung [%]	14,8	4,0	11,3	
Bruchkraft [N]	1268	1431	1378	15

Beispiel 5

In einem 2l-Dreihalskolben mit Thermometer, Intensivkübler, Dimrothkübler, Wasserbad und Magnetrührer werden bei Raumtemperatur innerhalb von 1 Stunde 150 g Weich-PVC-Fußbodenbelag (Neuware) in 600 g THF gelöst. Die resultierende Suspension wird nach 4 stündigen Sedimentieren vom Füllstoff Kreide abdekantiert. Anschließend wird die vorgereinigte Polymerlösung analog zu Beispiel 1 gefällt. Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt ebenfalls analog zu Beispiel 1.

Beispiel 6

In einem 2l-Dreihalskolben mit Thermometer, Intensivkübler, Dimrothkübler, Wasserbad und Magnetrührer werden bei 40°C innerhalb von 50 min 180g Weich-PVC-Fußbodenbelag (post-consumer-PVC mit anhaftenden Kleberesten) in 600 g THF gelöst. Die resultierende Suspension wird durch Zentrifugieren (5 min, 4000 × g) vom Füllstoff Kreide abgetrennt. Anschließend wird die vorgereinigte Polymerlösung über eine Aktivkohleschüttung (d = 10 mm) abgegusst und analog zu Beispiel 1 gefällt. Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt ebenfalls analog zu Beispiel 1.

Die durchgeföhrten TG-Messungen (Thermogravimetrie-Messungen) zeigen das für PVC typische Bild einer zweistufigen Zersetzung (Masseverluste 63,8% bzw. 26,3% mit DTG-Maxima bei 276°C bzw. bei 455°C).

Beispiel 7

In einem 2l-Dreihalskolben mit Thermometer, Intensivkübler, Dimrothkübler, Wasserbad und KPG-Rührer werden bei 45°C innerhalb von 45 min 200 g post-consumer-Abfall aus ABS-PC-Blend (nach Gebrauch geschredderte Computergehäuse) in 600 g Butanon gelöst. Die resultierende Suspension wird durch Zentrifugieren (10 min, 10000 × g) vom Füllstoff Glassfaser abgetrennt. Anschließend wird die vorgereinigte Polymerlösung analog zu Beispiel 1 gefällt. Abpressen, Trocknen und Compoundieren erfolgt ebenfalls analog zu Beispiel 1.

Mittels IR-Spektroskopie wird kein Unterschied zwischen Neuware und Recyclat festgestellt. Auch der MFI des recycelisierten ABS-PC-Blends stimmt innerhalb der Fehlergrenzen mit demjenigen der Neuware überein.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wiedergewinnung von löslichen Polymeren oder Polymerengemischen aus kunststoffhaltigen Materialien mit folgenden Merkmalen:
 - das Zielpolymer oder -polymerengemisch wird selektiv aus dem kunststoffhaltigen Material gelöst;
 - von der resultierenden Lösung werden die gegebenenfalls vorhandenen unlöslichen Bestandteilen abgetrennt;
 - aus der resultierenden Polymerlösung werden gegebenenfalls vorhandene unerwünschte lösliche Bestandteile entfernt;
 - aus der resultierenden Polymerlösung wird mit Hilfe eines Fällungsmittels das Zielpolymer oder -polymerengemisch selektiv gefällt und abgetrennt;
 - das Zielpolymer oder -polymerengemisch wird gegebenenfalls getrocknet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerlösung zur Entfernung von löslichen Bestandteilen einer Chromatographie und/oder einer Festphasenextraktion und/oder einer flüssig-flüssig-Extraktion unterzogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Chromatographie eine Gelpermeationschromatographie verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Festphasenextraktion mit Kohlenstoff durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die selektive Fällung des Zielpolymer oder -polymerengemischs bei Temperaturen erfolgt, die bei dem im Fällaggregat herrschenden Druck unterhalb der Siedepunkte von Lösungsmittel und Fällungsmittel liegen.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur selektiven Fällung des Zielpolymer oder -polymerengemischs die Polymerlösung in das Fällungsmittel eingebracht wird:

DE 197 32 673 A 1

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur selektiven Fällung des Zielpolymers oder -polymerengemisches die Polymerlösung und das Fällungsmittel in ein mit einem Gas oder einem Gasgemisch gefülltes Fällaggregat eingebracht werden.

5 8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur selektiven Fällung des Zielpolymers oder -polymerengemisches die Polymerlösung und das Fällungsmittel zusammen mit einem Gas oder einem Gasgemisch in ein Fällaggregat eingebracht werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Polymerlösung und das Fällungsmittel und das gegebenenfalls vorhandene Gas oder Gasgemisch turbulent vermischt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß für das Einbringen der Polymerlösung und gegebenenfalls des Fällungsmittels und gegebenenfalls des Gases oder Gasgemisches zur selektiven Fällung eine oder mehrere Düsen oder eine Mehrsloffdüse verwendet werden.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Gasgemisch Luft verwendet wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Gas oder Gasgemisch CO_2 oder NH_3 und/oder ein Inertgas verwendet wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 zur Wiedergewinnung von Polystyrolen, modifizierten Polystyrolen und/oder Styrolcopolymeren, dadurch gekennzeichnet, daß halogenfreie Lösungsmittel und als Fällungsmittel Wasser oder wasserhaltige Lösungen verwendet werden.

20 14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 zur Wiedergewinnung von Polyacrylaten, Polymethacrylaten und/oder Polymethylmethacrylaten, dadurch gekennzeichnet, daß halogenfreie Lösungsmittel oder als Lösungsmittel alkalische wasserhaltige Lösungen und als Fällungsmittel Wasser oder saure wasserhaltige Lösungen verwendet werden.

25 15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 zur Wiedergewinnung von Polycarbonaten, dadurch gekennzeichnet, daß halogenfreie polare organische Lösungsmittel und als Fällungsmittel Wasser oder wasserhaltige Lösungen oder niedermolekulare n- und/oder iso-Alkane mit 4-10 C-Atomen verwendet werden.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als halogenfreies Lösungsmittel Aceton und/oder Butanon und/oder Tetrahydrofuran und/oder Essigsäurcethylester verwendet wird.

30 17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12 zur Wiedergewinnung von Polyvinylchloriden, dadurch gekennzeichnet, daß als Lösungsmittel Tetrahydrofuran und/oder cyclische Ketone und als Fällungsmittel Wasser oder wasserhaltige Lösungen verwendet werden.

35 18. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Zielpolymer oder -polymerengemisch selektiv aus dem kunststoffhaltigen Material gelöst wird, daß von der resultierenden Suspension unlösliche Bestandteile abgetrennt werden, daß aus der resultierenden Polymerlösung gelöste Verunreinigungen entfernt werden, daß aus der resultierenden Polymerlösung mit Hilfe eines Fällungsmittels das Zielpolymer oder -polymerengemisch selektiv gefällt und abgetrennt wird, und daß das Zielpolymer oder -polymerengemisch gegebenenfalls getrocknet wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

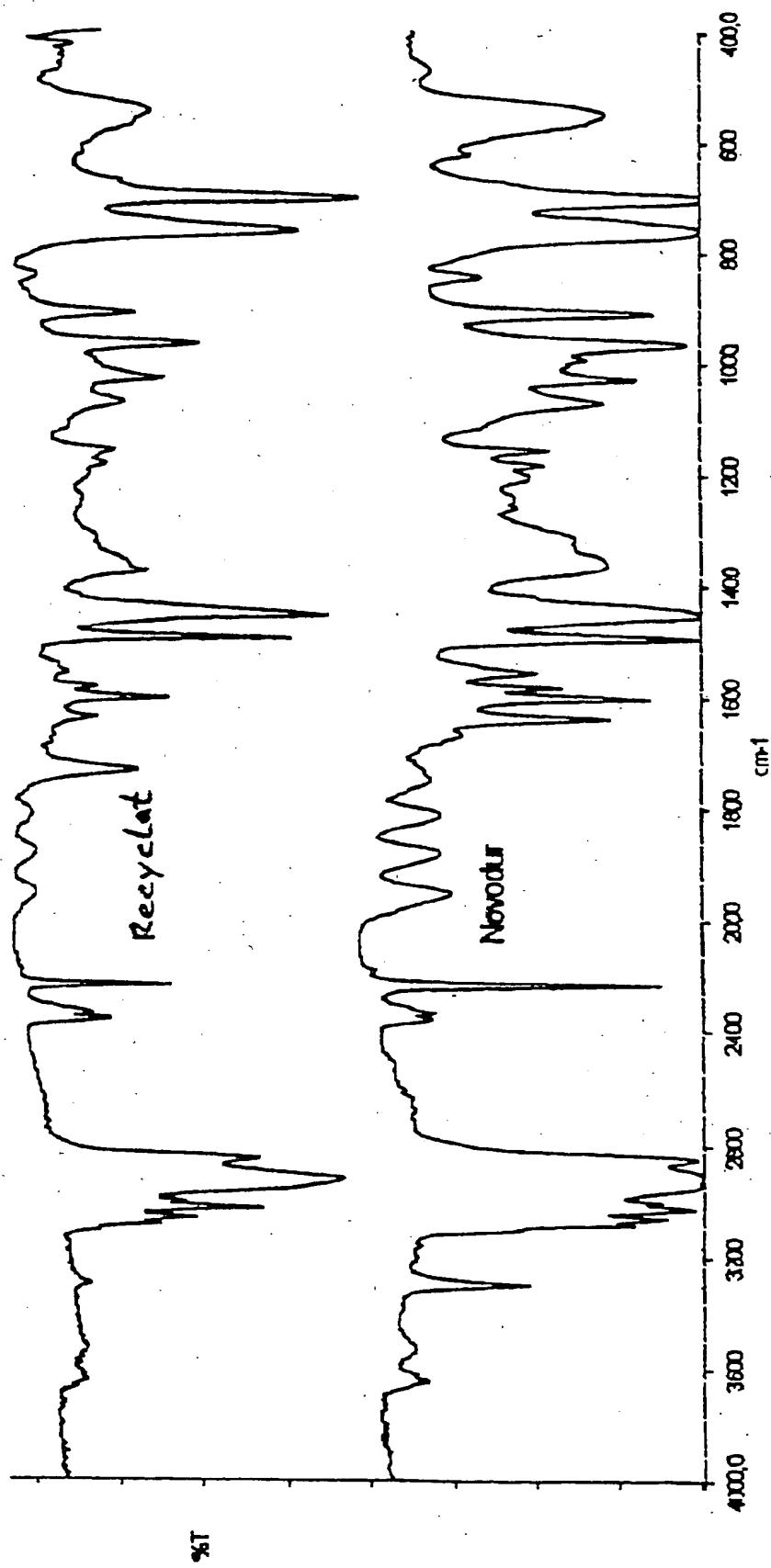


Fig. 1

- Leerseite -